



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 196 44 447 A 1**

61 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 21 C 23/14**  
B 29 C 47/12  
B 22 F 1/00  
B 28 B 3/20

21 Aktenzeichen: 196 44 447.0  
22 Anmeldetag: 25. 10. 96  
43 Offenlegungstag: 30. 4. 98

DE 196 44 447 A 1

71 Anmelder:  
Friedrichs, Konrad, Dr., 96260 Weismain, DE

74 Vertreter:  
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:  
DE 38 14 687 C2  
DE 36 01 385 C2  
US 24 22 994  
EP 04 65 946 A1

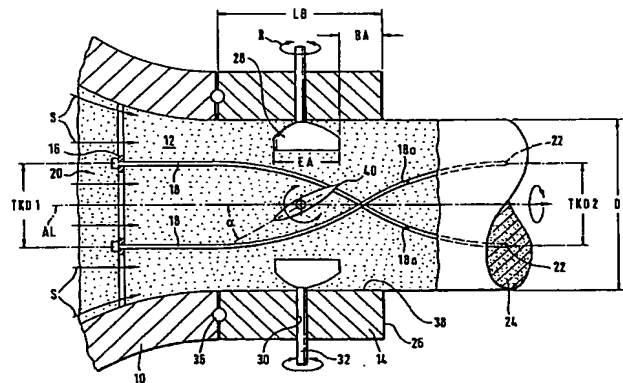
BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Extrusion von mit einem wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial

57 Beschrieben wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Extrusion von mit mindestens einem, wenigstens abschnittsweise wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial, wie z. B. einer pulvermetallurgischen oder keramischen Masse. Das plastische Rohmaterial wird aus einem Düsenmundstück herausgepreßt, wobei sie unter Mitwirkung einer darin vorgesehenen Strömungsleitflächenanordnung in eine Rotationsbewegung versetzt wird, die zumindest einen stromauf des Düsenmundstücks exzentrisch zur Stabachse gehaltenen und sich durch das Düsenmundstück erstreckenden Faden aus biegeschlaffem oder elastischem Material mitnimmt und in eine Wendelform mit vorbestimmter Steigung bringt. Zur Steigerung der Herstellungsgenauigkeit und der Herstellungstoleranzen des extrudierten Rohlingstabs bei gleichzeitiger Vereinfachung der zugehörigen Vorrichtung sieht die Erfindung vor, daß zur Justierung der Lage und/oder der Steigung des zumindest einen wendelförmigen Innenkanals die Rotationsbewegung des plastischen Rohmaterials durch eine äußere, die Anstellung der Strömungsleitflächenanordnung zur Längsachse des Düsenmundstücks verändernde Stellkraft eingestellt wird.



DE 196 44 447 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Extrusion von mit mindestens einem wenigstens abschnittsweise wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 6.

Ein derartiges Verfahren sowie Vorrichtungen, d. h. Extrusionsköpfe zur Durchführung eines solchen Verfahrens werden beispielsweise dann angewendet, wenn ein Stabrohling aus einer plastifizierten Pulvermasse, wie z. B. einer pulvermetallurgischen Masse, d. h. einer Hartmetall- oder Ceramid-Masse zu einem Rohling, d. h. einem Sintermetall- bzw. einem Sinterkeramik-Rohling geformt werden soll aus dem dann in einem Sinter- oder Brennprozeß ein Rohling in Form eines zylindrischen Stabes für ein Hochleistungs-Werkzeug entsteht. Diese Rohlinge zeichnen sich durch die verwendeten Werkzeuge bzw. Pulvermischungen durch eine sehr hohe Grund-Festigkeit und zwar sowohl hinsichtlich mechanischer Beanspruchung und Abrieb aus, so daß man dazu übergegangen ist, derartige Rohlinge insbesondere bei der Herstellung von Bohr- oder Fräs Werkzeugen heranzuziehen. Da diese Werkzeuge häufig mit sehr hohen Schnittgeschwindigkeiten gefahren werden, kommt es darauf an, das verwendete Schmiermittel gezielt und häufig unter sehr hohen Drücken an diejenigen Schneidenbereiche zu bringen, die der höchsten Beanspruchung unterliegen. Dies ist am besten durch eingeformte, innenliegende Kühlkanäle gewährleistet, die dann auf einem vorbestimmten Teilkreis auf der Stirnseite des Werkzeugs, d. h. vorzugsweise auf einer Freifläche des Werkzeugs-Anschliffs austreten. Weil gesinterte Hartmetall-Werkzeuge nur mit kostenintensiven Verfahren bearbeitbar sind, ist es wünschenswert, die Form des Rohlings so weit wie möglich der Endgestalt des Werkzeugs anzunähern. Dies gelingt am einfachsten bei Anwendung eines Strangpreßverfahrens, mit dem die Möglichkeit gegeben ist, den Rohling bereits mit fertig geformten innenliegenden Kühlkanälen in einem kontinuierlichen Prozeß herzustellen, was den besonderen zusätzlichen Vorteil hat, daß Werkzeuge selbst großer Längen ohne Veränderung des Verfahrensprozesses herstellbar sind.

Allerdings ist das Verfahren nur dann wirtschaftlich, wenn es gelingt, den Stab so herzustellen, daß die Geometrie und insbesondere auch die Lage des zumindest einen innenliegenden Schmiermittel- bzw. Kühlkanals innerhalb von sehr engen Toleranzgrenzen gehalten wird. Dieses Problem verschärft sich dann, wenn das herzustellende Werkzeug – wie es beispielsweise bei einem Bohrwerkzeug der Fall ist – mit Spannuten ausgestattet werden muß. Weil Vollhartmetall (Vhm)-Bohrwerkzeuge zwischenzeitlich mit verhältnismäßig großen axialen Längen hergestellt werden, muß auch der zumindest eine innenliegende Kühlkanal so exakt eingeformt werden, daß er in jedem Querschnitt des Bohrwerkzeugs exakt an der vorbestimmten Stelle des Bohrerstegs zu liegen kommt. Denn nur dann ist gewährleistet, daß die Bohrerstabilität über die gesamte Länge gleich hoch ist und beim Nachschleifen des Werkzeugs die Mündungsstelle des innenliegenden Kühlkanals in Bezug zur Hauptschneide unverändert bleibt.

Es sind bereits viele Ansätze bekannt, um im Strangpreßverfahren derartige Werkzeugrohlinge aus plastifizierter Pulvermasse so herzustellen, daß die Genauigkeitsanforderungen an die Lage und Form der innenliegenden Kühlkanäle eingehalten werden.

Bereits in der US-PS 2,422,994 wird ein Strangpreßverfahren beschrieben, bei dem eine plastifizierte pulvermetallurgische Masse durch eine Strangpreßdüse gepreßt wird. Die

Innenoberfläche der Strangpreßdüse hat Vorsprünge vorbestimmten Querschnitts, und im Bereich des Zentrums der Düse erstrecken sich axial ausgerichtete, stabförmige Körper, die an einem stromauf der Strangpreßdüse liegenden Dorn befestigt sind, der von der plastifizierten Masse umströmt ist. Dieses Verfahren arbeitet mehrstufig, wobei das plastifizierte Rohmaterial zuerst in einen Rohling mit zumindest einer geradlinig verlaufenden, außenliegenden Nut geformt wird, woraufhin der in dieser Weise vorgeformte Rohling durch eine Relativ-Drehbewegung zwischen der Strangpreßdüse und dem Rohmaterial verdreht wird. Ein solcher, zweistufiger Formgebungsprozeß ist jedoch für die meisten der zwischenzeitlich verwendeten Rohmassen schon deshalb ungünstig, weil der auf der Strangpreßdüse austretende Rohling extrem druckempfindlich ist. Selbst kleinste, auf den Rohling einwirkende Kräfte würden zu unerwünschten großen Verformungen insbesondere der innenliegenden, eingeformten Kanäle, wodurch der Rohling unmittelbar unbrauchbar wird.

In der DE-PS 36 01 385 wird zur Beseitigung dieses Problems ein Extrusionsverfahren beschrieben, bei dem der wendelförmige Verlauf des zumindest einen innenliegenden Kühlmittelkanals gleichzeitig mit der Extrusion der plastischen Masse erzeugt wird, hier muß allerdings das Düsenmundstück innenseitig mit einem wendelförmigen Profil ausgestattet werden. Im Zentrum der Strangpreßdüse sind elastische Stifte vorgesehen, die mit ihren stromauf gelegenen Enden an einem Düsendorn befestigt sind und deren Elastizität so groß gewählt ist, daß die Stifte der durch die Innenkontur des Düsenmundstücks induzierten Drallströmung folgen können. Es hat sich gezeigt, daß es schwierig ist, mit diesem Strangpreßkopf die Kühlkanalwendel in den Rohlingen genau genug auszubilden. Die Vorsprünge und Vertiefung auf der Innenoberfläche des Düsenmundstücks mußten in großer Zahl vorgesehen werden, um den Massestrom entsprechend in Rotation zu versetzen. Dies hat zur Folge, daß das Düsenmundstück relativ teuer wird und darüber hinaus die am gesinterten Rohling vorhandenen Vorsprünge zunächst abgeschliffen werden müssen, was zu Materialverlusten führt.

In dem Dokument EP 465 946 A1 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 5 beschrieben, mit dem bzw. mit der es gelingt den Verfahrensschritt des Außenrundschiebens der fertig gesinterten Schneidteil-Rohlinge einzusparen. Dabei wird die Innenoberfläche des Düsenmundstücks von der Mantelfläche eines Kreiszyinders gebildet. Dem Düsenmundstück ist eine innerhalb des Massestroms liegende Dralleinrichtung vorgeschaltet. Entsprechend einer Alternative wird der Strangpreßmasse mittels dieser Dralleinrichtung eine gleichmäßig über den Querschnitt des Strangs wirkende Drallbewegung aufgezwungen, während gemäß der zweiten Alternative der Dralleinrichtung durch die Strangpreßmasse eine Drall- bzw. Rotationsbewegung aufgezwungen wird. Zur Bildung des zumindest einen innenliegenden Kanals ragt in den Massestrom ein der Drall- bzw. Rotationsbewegung folgendes, fadenförmiges Material hinein. Somit wird der Teilkreisdurchmesser, auf dem der Querschnitt des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals beim extrudierten Rohling zu liegen kommt, durch die Strömungsgeschwindigkeit und durch die Reibungsverluste im Düsenmundstück beeinflusst. Gemäß einer weiteren Variante dieses bekannten Verfahrens wird deshalb vorgeschlagen, daß Düsenmundstück drehbar auszubilden, wobei durch die Drehbewegung eine Korrektur der Rotationsbewegung des Massestroms ermöglicht wird.

Mit diesem bekannten Verfahren lassen sich plastifizierte Massen im Strangpreßverfahren zu Rohlingen verarbeiten,

die sich hinsichtlich ihrer äußeren Abmessungen und der Geometrie und der Lage des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals durch eine sehr hohe Genauigkeit auszeichnen. Allerdings besteht bei diesen bekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Durchführung dieses Verfahrens das Bedürfnis, die Arbeitsgenauigkeit weitgehend unabhängig von den Betriebsparametern des Verfahrens, wie z. B. von den Strömungsbedingungen im Einlaufbereich des Düsenmundstücks, von der Zusammensetzung der plastifizierten Masse und von den Strömungsgeschwindigkeiten durch das Düsenmundstück und dergleichen zu halten.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6 derart weiterzubilden, daß die vorstehend genannten Störgrößen mit geringem Aufwand unterdrückt werden können, so daß die Herstellungsgenauigkeit selbst dann erhalten bleibt, wenn systembedingte Parameterschwankungen auftreten.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruchs 5 gelöst.

Erfindungsgemäß wird in das Düsenmundstück eine Strömungsleitflächenanordnung integriert, deren Anstellung zur Längsachse des Düsenmundstücks durch eine Stelleinrichtung, welche vorzugsweise durch eine äußere Stellkraft betätigbar ist, einstellbar ist. Abgesehen davon, daß hierdurch bei Vereinfachung des Strangpreßkopfes eine Vielzahl von Geometrien des extrudierten Rohlings ohne aufwendige Umrüstmaßnahmen herstellbar sind, ergibt sich dadurch der besondere Vorteil, daß die Rotationsbewegung des plastischen Rohmaterials während des Extrusionsprozesses laufend derart korrigierbar ist, daß die Lage und der Verlauf des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals innerhalb enger Toleranzgrenzen gehalten werden kann. Schwankungen der Verfahrensparameter des Strangpreßverfahrens können auf diese Weise zuverlässig ausgeglichen bzw. kompensiert werden. Dabei ist nach wie vor der Vorteil gegeben, daß das Verfahren sehr materialsparend arbeitet, wobei eine nachträgliche teure Bearbeitung des gesinterten Rohlings entfallen kann. Der Rohling wird mit einer glatten kreiszylindrischen Außenfläche extrudiert, die – unter Berücksichtigung des betreffenden Schwindmaßes – so gehalten wird, daß ein möglichst geringer Materialabtrag bei der Endbearbeitung des Rohlings anfällt. Weil der Anstellwinkel der Strömungsleitflächenanordnung während des Extrusionsvorgangs jederzeit nachregelbar ist, kann die Wendelsteigung des zumindest einen innenliegenden Kanals in bislang nicht erreichbaren engen Grenzen gehalten werden, und zwar selbst dann, wenn sich der Massendurchsatz der plastifizierten Masse und/oder andere physikalische Bedingungen des Strangpreßvorgangs ändern sollten.

Grundsätzlich bestehen zwei Möglichkeiten, die Strömungsleitflächenanordnung am Strangpreßkopf anzuordnen. Besonders vorteilhaft ist die Weiterbildung des Verfahrens nach dem Patentanspruch 2 bzw. die Weiterbildung der Vorrichtung nach dem Patentanspruch 10. Gemäß dieser Weiterbildung gelangt die durch das Düsenmundstück strömende plastifizierte Masse aufgrund des Anstellwinkels der Leitflächen zur Längsachse des Düsenmundstücks und über die Haftreibung an der Innenwandung des Düsenmundstücks in eine Autorotation. Die Rotationsgeschwindigkeit ist abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit der plastifizierten, zuströmenden Masse einerseits und vom jeweils vorliegenden, vorgewählten Anstellwinkel der Strömungsleitflächenanordnung andererseits. Hierdurch können Geschwindigkeitsschwankungen der Masseströmung ausgeglichen werden, weil die Drehgeschwindigkeit der Leitflächen-

anordnung bzw. des Düsenmundstücks automatisch an die Geschwindigkeit der Masseströmung angepaßt wird. Die Wendelsteigung des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals in den erzeugten Rohlingen wird somit konstant gehalten, und zwar unabhängig davon, ob die plastifizierte Masse schnell oder langsam in das Düsenmundstück einströmt.

Durch die Eigenkompensation der Störgrößen aufgrund vorliegender Parameterschwankungen des Extrusionsverfahrens eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung für die Verarbeitung eines großen Spektrums von pulvermetallurgischen plastifizierten Massen. Bevorzugte Materialien sind im Unteranspruch 4 angegeben. Es soll jedoch hervorgehoben werden, daß auch andere Mischungen und Zusammensetzungen selbst extrem unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften und damit unterschiedlicher Strömungsverhalten nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verarbeitbar sind, ohne die vorstehend angegebenen Vorzüge aufgeben zu müssen.

Eine besonders einfache Ausgestaltung der Strömungsleitflächenanordnung ergibt sich mit der Weiterbildung des Patentanspruchs 7. Es hat sich gezeigt, daß sich der Massestrom, der bei der Umströmung der Leitschaufel kurzzeitig im Randbereich der Strömung aufgetrennt wird, aufgrund der extrem hohen, im Düsenmundstück herrschenden Preßdrücke, unmittelbar stromab der Leitschaufel wieder zu einem Voll-Kreisquerschnitt schließt. Die Strömung der Masse wird damit so geringfügig wie möglich gestört, wodurch die Gefügequalität des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rohlings auf einem sehr hohen Niveau gehalten werden kann.

Wenn das Düsenmundstück drehfest am Extrusionskopf befestigt wird, ist es von Vorteil, wenn die Strömungsleitflächenanordnung sich über einen maßgeblichen Anteil der Gesamtlänge des Düsenmundstücks erstreckt.

Wenn demgegenüber – entsprechend der weiteren Variante des Anmeldungsgegenstandes – das Düsenmundstück drehbar am Extrusionskopf gehalten ist, wobei die Drehachse der Zentrumsachse des Düsenmundstücks zusammenfällt, ist es vorzuziehen, daß die Strömungsleitflächenanordnung so gestaltet wird, daß sie sich lediglich über einen axial begrenzten Einlaufabschnitt des Düsenmundstücks erstreckt. Dadurch ist sichergestellt, daß die durch die Strömungsleitflächenanordnung induzierte Rotationsbewegung des Düsenmundstücks zuverlässig in der Lage ist, über die Rest-Strömungslänge des Massestroms im Düsenmundstück der Masse über die Haftreibungsbedingungen an der Innenwandung des Düsenmundstücks die Eigen-Rotationsbewegung aufrecht zu erhalten bzw. zu stabilisieren. Vorzugsweise wird dabei die Strömungsleitflächenanordnung derart gestaltet bzw. an die Geometrie des Düsenmundstücks angepaßt, daß der extrudierte Massestrom bei Austritt mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit des Düsenmundstücks rotiert. Die Justierung und Einregelung der Rotationsbewegung des Massestroms wird auf diese Weise noch genauer was sich besonders vorteilhaft dann auswirkt, wenn die Stelleinrichtung für die Strömungsleitflächenanordnung in einen Regelkreis der Strangpreßeinrichtung integriert wird.

Grundsätzlich ist es möglich, den Anstellwinkel der Strömungsleitflächenanordnung in Stufen einzustellen. Besonders vorteilhaft ist dies jedoch, wenn die Einstellung stufenlos bzw. in extrem kleinen Schritten, beispielsweise unter Zuhilfenahme eines Schrittmotors, vorgenommen wird. Es kann somit jeder gewünschte Drallwinkel des innenliegenden Kühlkanals erzeugt und kontrolliert werden.

Wenn die zumindest eine Leitschaufel sich zumindest über eine maßgebliche Strecke vorzugsweise flächig an der

Innenoberfläche des Düsenmundstücks abstützt, können größere Kräfte aufgenommen werden. Dies führt in vorteilhafter Weise dazu, daß die radiale Erstreckung der Leitschaukel vergrößert werden kann, mit der Folge, daß die Kopplung zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Rotationsgeschwindigkeit des Düsenmundstücks und damit der Dreiströmung exakter wird.

Um störende Schwingungen des Strangpreßsystems zu unterdrücken, ist es von Vorteil, wenn die Stelleinrichtung für die Strömungsleitflächenanordnung eine Schwingungsdämpfungseinrichtung besitzt. Diese Schwingungsdämpfungseinrichtung wird vorteilhafterweise in ein Stellgetriebe eingegliedert, und zwar vorzugsweise in Form einer gedämpften Elastizität. Eine derartige Schwingungsdämpfungseinrichtung ist insbesondere dann besonders vorteilhaft, wenn die Stelleinrichtung in ein Regelsystem für die Geometrie des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals eingegliedert ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet unter Verwendung von biegeschlaffen bzw. hochelastischen Fäden, die dann ortsfest mit ihrem stromauf gelegenen Ende vorzugsweise im Einlaufbereich des Düsenmundstücks festgelegt werden. Es ist jedoch gleichermaßen möglich, daß Verfahren unter Verwendung von Fäden bzw. Innenstäben durchzuführen, die zur Erhöhung der Formstabilität einen höheren E-Modul haben, wobei diese dünnen Stäbe bzw. Stifte dann an einem Träger gehalten sind, der um eine Drehachse drehbar gelagert ist, welche mit der Achse des Düsenmundstücks zusammenfällt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Nachstehend wird anhand einer schematischen Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch den stromab liegenden Bereich eines Strangpreßkopfs zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 10 ein Strangpreßkopf bezeichnet, mit dem ein Verfahren zur kontinuierlichen Extrusion von mit mindestens einem wenigstens abschnittsweise wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial durchgeführt werden kann. Das plastische Rohmaterial kann z. B. aus einer pulvermetallurgischen oder keramischen Masse bestehen, wobei das Pulver vorzugsweise aus der Gruppe der keramischen Pulver, der Hartmetallpulver, wie z. B. einer Wolframcarbid-Kobalt-Mischung und der Metallpulver, sowie aus Mischungen dieser Bestandteile, wie z. B. der Ceramid-Mischungen ausgewählt ist. Die Figur zeigt, das stromab gelegene Ende des Strangpreßkopfs, der sich konusförmig verjüngt, und den Einlaufabschnitt 12 eines Düsenmundstücks 14 bildet. Im Einlaufabschnitt 12, d. h. im Strangpreßkopf 10 ist eine mit 16 bezeichnete Halteeinrichtung angeordnet, an der stromauf gelegene Enden von Fäden 18 festgelegt sind, mit denen während des Extrudierens des plastifizierten Rohmaterials innenliegende Kühlkanäle 22 im extrudierten kreiszylindrischen Rohlingsstab 24 erzeugbar sind.

Die Fäden 18 bestehen bei dem in der Figur gezeigten Ausführungsbeispiel aus biegeschlaffem bzw. hochelastischem Material, wie z. B. aus Kunststoff bzw. aus einer Kette, deren Kettengliedern beweglich aneinander hängen. Die Fäden 18 haben ein stromab gelegenes Ende 18a, das sich über die Stirnseite 26 des Düsenmundstücks 14 hinaus erstreckt. Die Fäden 18 sind an der Halteeinrichtung 16 auf einem Teilkreisdurchmesser TKD1 befestigt, und zwar vorzugsweise einstellbar, um eine Anpassung an das betreffende Düsenmundstück 14, d. h. an den Außendurchmesser D des herzustellenden Rohlingsstabs 24 vornehmen zu können.

Mit den Pfeilen S ist die in das Düsenmundstück 14 ein tretende Parallelströmung der plastifizierten Pulvermasse bezeichnet, wobei – wie die Figur erkennen läßt – diese Parallelströmung die hochelastischen bzw. biegeschlaffen Fäden 18 parallel ausrichtet. Im Düsenmundstück 14 ist eine Strömungsleitflächenanordnung in Form von mehreren, über den Umfang gleichmäßig verteilten Leitschaukeln 28 vorgesehen, die verstellbar im Düsenmundstück 14 gelagert sind. Zu diesem Zweck sind im wesentlichen radial verlaufende Bohrungen 30 vorhanden, durch die sich eine Stellachse 32 der betreffenden Leitschaukel 28 erstreckt. Durch den Pfeil R ist angedeutet, daß die betreffenden Leitschaukeln 28 mittels einer nicht näher dargestellten Stelleinrichtung derart verstellbar sind, daß der Anstellwinkel der Leitschaukel 28 zur Längsachse AL des Düsenmundstücks 14 verstellbar ist, und vorzugsweise stufenlos. Die Figur zeigt, daß die Verstellung der Leitschaukeln 28 durch eine äußere Stellkraft erfolgen kann, mit der Folge, daß die Anstellung der Strömungsleitflächenanordnung in Form der Leitschaukeln 28 jederzeit während des Extrusionsvorgangs veränderbar ist.

Mit dem Bezugszeichen 36 ist schematisiert ein Lager angedeutet, über das das Düsenmundstück drehbar am Strangpreßkopf 10 festgelegt ist, und zwar derart, daß die Drehachse mit der Längsachse AL des Düsenmundstücks 14 zusammenfällt, der eine konzentrische zylindrische Innenbohrung 38 hat. Die Leitschaukeln 28 sind derart gestaltet bzw. im Düsenmundstück 14 angeordnet, daß ihre axiale Erstreckung EA nur einen Bruchteil der gesamten Baulänge LB des Düsenmundstücks 14 ausmacht. Ferner befindet sich die stromab gelegene Kante 40 der Leitschaukeln 28 in einem Mindestabstand BA vom Austrittsende, d. h. von der Stirnseite 26 des Düsenmundstücks, der ausreichend groß ist, um sicherzustellen, daß die von den Leitschaukeln 28 aufgetrennte Strömung der plastifizierten Masse stromab der Leitschaukeln 28 wieder zu einem vollen Kreisquerschnitt geschlossen wird.

Der in der Figur gezeigte Aufbau führt zu folgender Funktionsweise der Strangpreßvorrichtung:

Auf der in der Figur linken Seite tritt die plastifizierte Masse in den Einlaufabschnitt 12 des Düsenmundstücks 14 ein, und zwar derart, daß sie beim Eintreten in das Düsenmundstück 14 als Parallelströmung vorliegt. Diese Parallelströmung trifft nun auf die unter dem Anstellwinkel  $\alpha$  eingestellten Leitschaukeln 28, über die – bedingt durch die Strömungskräfte – das Düsenmundstück 14 in eine Autorotation gebracht wird. Die Rotationsgeschwindigkeit des Düsenmundstücks 14 ist abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit der anströmenden plastifizierten Masse und vom Anstellwinkel  $\alpha$ .

Durch die Haftbedingung der durch das Düsenmundstück 14 durchtretenden Strömung an der Innenoberfläche 38 des Düsenmundstücks, wird die plastifizierte Masse ebenfalls in eine Rotationsbewegung um die Achse AL versetzt, wobei das Maß LB letztlich bestimmt, mit welcher Rotationsgeschwindigkeit die plastifizierte Masse das Düsenmundstück 14 verläßt, d. h. mit welcher Rotationsgeschwindigkeit um die Achse AL der Stabrohling 24 aus dem Düsenmundstück 14 austritt. Durch geeignete Maßnahmen, beispielsweise durch eine luftgestützte Lagerung des austretenden Stabrohlings 24 kann zuverlässig verhindert werden, daß sich der druckempfindliche Stabrohling 24 während des rotierenden Austritts in unzulässiger Weise verformt.

Durch die Rotation der plastifizierten Masse und des austretenden Stabrohlings 24 werden auch die biegeschlaffen bzw. hochelastischen Fäden 18 mit der Strömung der plastifizierten Masse ausgerichtet, d. h. sie werden durch die hindurchtretende Strömung der plastifizierten Masse in eine wendelförmige Form gebracht, deren Steigung durch den

Anstellwinkel  $\alpha$  in gewünschter Weise einstellbar ist. Mit anderen Worten, durch die an den Leitschaukeln 28 angreifende äußere Stelleinrichtung kann der Verlauf der innenliegenden Kühlkanäle 22 ebenso wie die Lage der Kühlkanäle 22, d. h. der Teilkreisdurchmesser TKD2 im fertig extrudierten Rohlingstab 24 exakt festgelegt werden.

Vorzugsweise sind die Stellachsen 32 der Leitschaukeln 28 Bestandteil eines zentralen Stellgetriebes, beispielsweise in Form eines Planetengetriebes, so daß die Anstellwinkel  $\alpha$  der Leitschaukeln synchron und gleichmäßig veränderbar sind. Um zu verhindern, daß in der Strangpreßeinrichtung bzw. im Stellsystem Schwingungen auftreten, kann eine geeignete Schwingungsdämpfung vorgesehen sein. Diese Schwingungsdämpfung ist beispielsweise von elastischen Komponenten mit Eigendämpfungsverhalten gebildet.

Am Ausgang des Strangpreßkopfes, d. h. im Bereich des austretenden Rohlingsstabs 24 ist vorteilhafterweise eine Meß- und Überwachungseinrichtung für die Geometrie des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals 22 bzw. für die Bestimmung der Lage und der Größe des Teilkreisdurchmessers TKD2 vorgesehen. Diese Meß- und Erfassungseinrichtung ist Bestandteil eines Regelkreises, in dem das entsprechende Meßsignal auf die Stelleinrichtung für die Leitschaukeln 28 rückgeführt wird, so daß die gewünschte Lage und Geometrie des zumindest einen innenliegenden Kühlkanals 22 unabhängig von den auftretenden Störgrößen, wie z. B. der Strömungsgeschwindigkeit und der physikalischen Eigenschaften der plastifizierten Masse eingelegt werden kann. Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich, daß das erfindungsgemäße Strangpreßsystem bereits Systemimmanent eventuell auftretende Geschwindigkeitsschwankungen der Masseströmung dadurch ausgleicht, daß die Rotationsgeschwindigkeit der in Autorotation befindlichen Düse 14 sich ständig und automatisch der Geschwindigkeit der Masseströmung anpaßt. Die Wendelsteigungen der im Strangpreßverfahren erzeugten innenliegenden Kühlkanäle in den Stabrohlingen 24 ist dadurch unabhängig von der Durchtrittsgeschwindigkeit stets gleich groß, wodurch sich wesentlich engere Toleranzen bezüglich Lage und Geometrie der innenliegenden Kühlkanäle erzielen lassen.

Mit der erfindungsgemäßen äußeren Stelleinrichtung ist es darüber hinaus möglich, mit ein und demselben Düsenmundstück 14 Stäbe mit unterschiedlichen Steigungen der innenliegenden Kühlkanäle herzustellen. Im Extremfall kann die Strömungsleitflächenanordnung in Form der Leitschaukeln 28 so eingestellt werden, daß die Leitschaukeln 28 einen Anstellwinkel  $\alpha$  von  $0^\circ$  besitzen, so daß ein Rohlingstab 24 mit geradlinigen innenliegenden Kanälen hergestellt werden kann.

Das erfindungsgemäße Konzept ist gleichermaßen anwendbar für den Fall, daß das Düsenmundstück drehfest am Strangpreßkopf 10 festgelegt wird. In diesem Fall sorgen die durch die Stelleinrichtung einstellbaren Leitschaukeln 28 allein dafür, daß die als Parallelströmung in das Düsenmundstück 14 eintretende plastifizierte Masse in die gewünschte Drall- bzw. Rotationsbewegung versetzt wird, deren Größe durch den einstellbaren Anstellwinkel  $\alpha$  bestimmt wird. Auch in diesem Fall läßt sich die Stelleinrichtung für die Strömungsleitflächenanordnung in ein Regelsystem integrieren, bei dem die Stelleinrichtung entsprechend den Meßsignalen angesteuert wird.

In der Figur sind die Leitschaukeln 28 lediglich schematisch dargestellt. Vorzugsweise stützen sich die Leitschaukeln 28 flächig an der Innenoberfläche 38 des Düsenmundstücks ab, wobei zusätzlich ein Kraftschluß vorgesehen sein kann. Ferner ist es von Vorteil, wenn die Leitschaukeln 28 so gestaltet werden, daß sich die Leitflächen beim Verstellen

des Anstellwinkels  $\alpha$  ständig an die Innenwandung 38 des Düsenmundstücks 14 anschmiegen. Dies ist beispielsweise dann möglich, wenn die Leitschaukeln aus Gliedern aufgebaut werden, die sich federnd gegen die Innenoberfläche drücken.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. So ist es beispielsweise möglich, daß erfindungsgemäße Verfahren unter Zuhilfenahme von begrenzt elastischen Stiften zu betreiben, die anstelle der Fäden 18 an einer Halteeinrichtung befestigt sind, die drehbar um die Zentrumsachse des Düsenmundstücks im Strangpreßkopf gelagert ist. Die Stifte, d. h. der zumindest eine Stift kann in eine wendelförmige Form vorverdrehbar sein, die bereits weitgehend derjenigen Wendelform entspricht, die der zumindest eine innenliegende Kühlkanal nach dem Extrudieren des Strangpreßrohlings aufweisen soll. Es ist möglich, für die Halterung dieses Kernstiftes aus einem Material mit hohem E-Modul einen separaten Antrieb vorzusehen, über den bei Eingliederung in einen geeigneten Regelkreis, eine Feinabstimmung des Wendelverlaufs möglich ist.

Ferner ist es möglich, Leitschaukeln 28 hinsichtlich Zahl, Größe und Anordnung zu variieren. Es ist auch nicht unbedingt erforderlich, die Leitschaukeln 28 in gleichmäßigem Umfangsabstand anzuordnen. Aus schwingungstechnischen Gründen kann es sinnvoll sein, eine unregelmäßige Anordnung über den Umfang vorzusehen. Darüber hinaus kann in Abwandlung des gezeigten Ausführungsbeispiels vorgesehen sein, daß über eine weitere Antriebseinrichtung eine Korrektur der Rotationsbewegung des extrudierten Rohlingstabs 24 erfolgt. Dieser zusätzliche Antrieb kann entweder am Düsenmundstück 14 selbst oder aber stromab von dieser Komponente vorgesehen sein.

Die Erfindung schafft somit ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Extrusion von mit mindestens einem, wenigstens abschnittsweise wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial, wie z. B. einer pulvermetallurgischen oder keramischen Masse. Das plastische Rohmaterial wird aus einem Düsenmundstück herausgepreßt, wobei sie unter Mitwirkung einer darin vorgesehenen Strömungsleitflächenanordnung in eine Rotationsbewegung versetzt wird, die zumindest einen stromauf des Düsenmundstücks exzentrisch zur Stabsachse gehaltenen und sich durch das Düsenmundstück erstreckenden Faden aus biegeschlaffem oder elastischem Material mitnimmt und in eine Wendelform mit vorbestimmter Steigung bringt. Zur Steigerung der Herstellungsgenauigkeit und der Herstellungstoleranzen des extrudierten Rohlingstabs bei gleichzeitiger Vereinfachung der zugehörigen Vorrichtung sieht die Erfindung vor, daß zur Justierung der Lage und/oder der Steigung des zumindest einen wendelförmigen Innenkanals die Rotationsbewegung des plastischen Rohmaterials durch eine äußere, die Anstellung der Strömungsleitflächenanordnung zur Längsachse des Düsenmundstücks verändernde Stellkraft eingestellt wird.

#### Patentsprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Extrusion von mit mindestens einem wenigstens abschnittsweise wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial, wie z. B. einer pulvermetallurgischen oder keramischen Masse, bei dem das plastische Rohmaterial aus einem Düsenmundstück herausgepreßt wird, wobei sie unter Mitwirkung einer darin vorgesehenen Strömungsleitflächenanordnung in eine Rotationsbewegung versetzt wird, welche zumindest

einen stromauf des Düsenmundstücks (14) exzentrisch zur Stabachse (AL) gehaltenen und sich durch das Düsenmundstück (14) erstreckenden Faden (18) aus biegeschlaffem oder elastischem Material mitnimmt und in eine Wendelform mit vorbestimmter Steigung bringt, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Justierung der Lage und/oder der Steigung des zumindest einen wendelförmigen Innenkanals (22) die Rotationsbewegung des plastischen Rohmaterials (24) durch eine äußere, die Anstellung ( $\alpha$ ) der Strömungsleitflächenanordnung (28) zur Längsachse (AL) des Düsenmundstücks (14) verändernde Stellkraft eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitflächenanordnung (28) vorzugsweise mit einem Leitflächenenträger (14) mit dem plastischen Rohmaterial (24) gleichsinnig rotiert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitflächenanordnung ortsfest gehalten wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das plastische Rohmaterial eine plastifizierte Pulvermasse ist, wobei das Pulver vorzugsweise aus der Gruppe der keramischen Pulver, der Hartmetallpulver, wie z. B. einer Wolframcarbid-Cobalt-Mischung, und der Metallpulver, sowie aus Mischungen dieser Bestandteile, wie z. B. der Cermet-Mischungen ausgewählt ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsbewegung des plastischen Rohmaterials durch vorzugsweise stufenlose Verstellung der Strömungsleitflächenanordnung eingestellt wird.

6. Vorrichtung zur kontinuierlichen Extrusion von von mit mindestens einem wenigstens abschnittsweise wendelförmigen Innenkanal ausgestatteten Stäben aus plastischem Rohmaterial, wie z. B. einer pulvermetallurgischen oder keramischen Masse, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Düsenmundstück (14), in dem eine Strömungsleitflächenanordnung vorgesehen ist und durch das sich zumindest ein stromauf des Düsenmundstücks (14) exzentrisch zur Stabachse (AL) gehaltener Faden (18) aus biegeschlaffem oder elastischem Material erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anstellwinkel ( $\alpha$ ) der Strömungsleitflächenanordnung (28) zur Längsachse (AL) des Düsenmundstücks (14) mittels einer Stelleinrichtung (R, 30, 32) veränderbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung (28) zumindest eine Leitschaufel (28) aufweist, die am Düsenmundstück (14) einstellbar festgelegt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsenmundstück drehfest an einem Extrusionskopf gehalten ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung sich über einen erheblichen Anteil der Gesamtlänge des Düsenmundstücks erstreckt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsenmundstück (14) drehbar an einem Extrusionskopf (10) gehalten ist, wobei die Drehachse (AL) mit der Zentrumsachse des Düsenmundstücks (14) zusammenfällt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung (28) sich über einen axial begrenzten Einlaufabschnitt (LB-BA) des Düsenmundstücks (14) erstreckt.

12. Vorrichtung Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung (28) derart gestaltet bzw. an die Geometrie des Düsenmundstücks (14) angepaßt ist, daß der extrudierte Massstrom beim Austritt mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit wie das Düsenmundstück (14) rotiert.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstellwinkel ( $\alpha$ ) der Strömungsleitflächenanordnung (28) zumindest abschnittsweise stufenlos veränderbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsenmundstück (14) eine glatte kreiszylindrische Innenoberfläche (38) hat, und die Strömungsleitflächenanordnung (28) in einem ausreichend großen Abstand (BA) vor dem Austrittsende (26) des Düsenmundstücks (14) endet, so daß der extrudierte Stab eine glatte Oberfläche hat.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Leitschaufel (28) sich zumindest über eine maßgebliche Strecke (EA) vorzugsweise flächig an der Innenoberfläche (38) des Düsenmundstücks (14) abstützt.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere über den Umfang verteilte Leitschaufeln (28) vorgesehen sind, die mittels der Stelleinrichtung (R, 30, 32) vorzugsweise synchron verstellbar sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung (R, 30, 32) für die Strömungsleitflächenanordnung (28) eine Schwingungsdämpfungseinrichtung besitzt.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung (R, 30, 32) in ein Regelsystem für die Geometrie und/oder die Lage des zumindest einen innenliegenden Kanals (22) eingegliedert ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung ein Stellgetriebe beispielsweise in Form eines Planetengetriebes aufweist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung mehrere axial gestaffelte Leitschaufelanordnungen aufweist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Faden (18) sich über die Stirnseite (26) des Düsenmundstücks (14) hinaus erstreckt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Faden zur Erhöhung der Formstabilität einen hohen E-Modul hat und an einem Träger gehalten ist, der um eine Drehachse drehbar gelagert ist, die mit der Achse des Düsenmundstücks zusammenfällt.

---

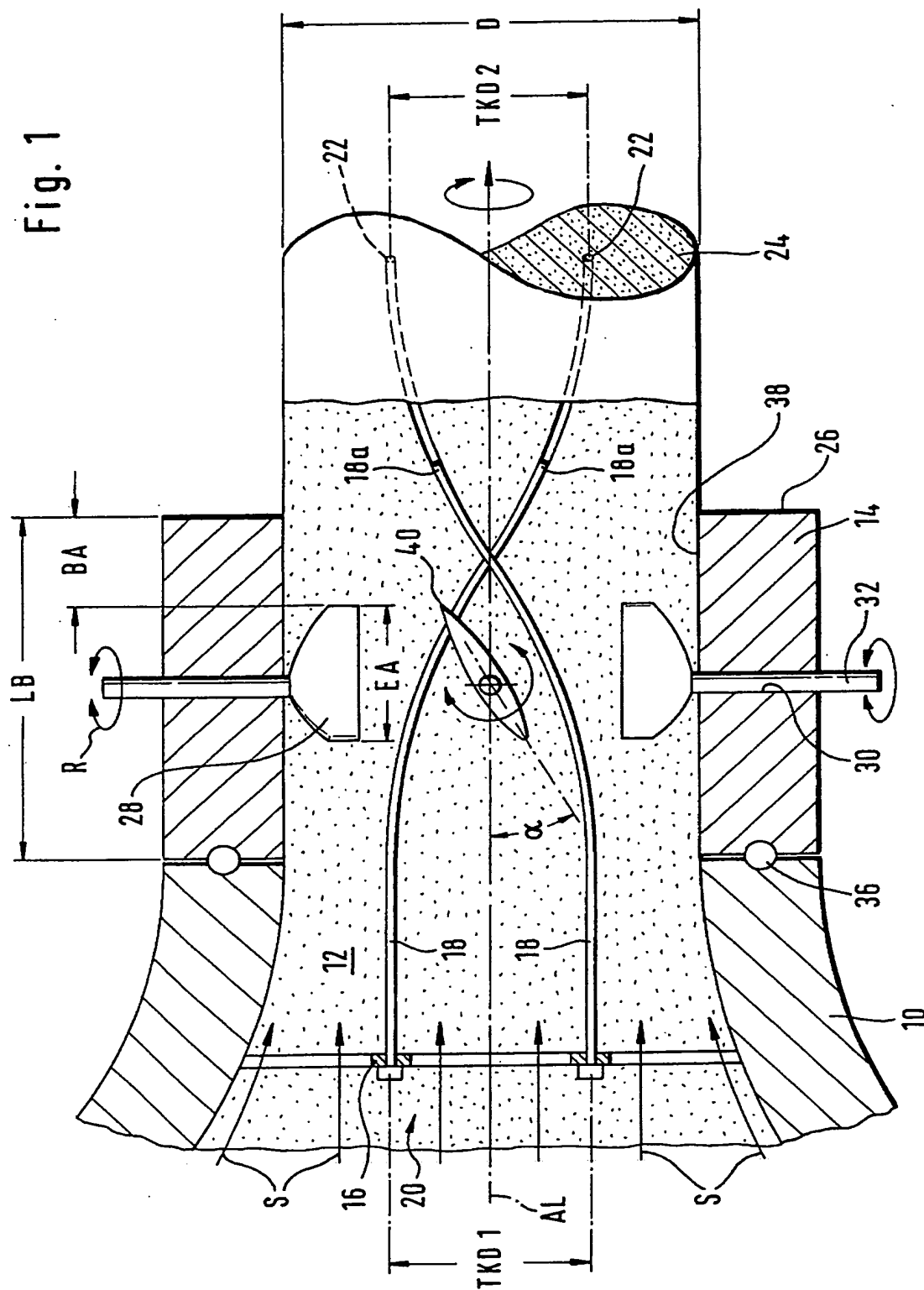
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Fig. 1**





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**